

D 13

Int. Cl.:

H 04 r, 25/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

H 04 r, 1/34

DEUTSCHES



PATENTAMT

Deutsche Kl.: 21 a2, 17/03

# Offenlegungsschrift 2 337 078

Aktenzeichen: P 23 37 078.7

Anmeldetag: 20. Juli 1973

Offenlegungstag: 7. Februar 1974

Ausstellungspriorität: —

Unionspriorität

Datum: 21. Juli 1972

Land: V. St. v. Amerika

Aktenzeichen: 273943

Bezeichnung: Richtungsempfindliche Hörhilfe

Zusatz zu: —

Ausscheidung aus: —

Anmelder: Industrial Research Products Inc., Elk Grove Village, Ill. (V. St. A.)

Vertreter gem. § 16 PatG.

Wuesthoff, F., Dr.-Ing.; Pechmann, E., Frhr. von, Dr.; Behrens, D., Dr.-Ing.; Goetz, R., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte, 8000 München

Als Erfinder benannt:

Knowels, Hugh Shaler, Elgin, Charisan, Elmer, Victor, Prospect Heights, Ill. (V. St. A.)

VGL. B.C.R. - L. 43/74

D 1233/416

DR. ING. P. WÜSTHOFF  
 DR. R. PROEMANN  
 DR. ING. D. DEHRENS  
 DIPLO. ING. R. GÖRTZ  
 PATENTANWALTE

2337078  
 8 MÜNCHEN 80  
 SCHWEIZERSTRASSE 2  
 TELEFON (0811) 60 20 81  
 TELEK 5 24 078  
 TELEX 5 24 078  
 PATENTANWALTE  
 PROTECHPATENT MÜNCHEN  
 1A-42 825

### B e s c h r e i b u n g

Industrial Research Products, Inc.  
 Elk Grove Village, Illinois, USA

### Richtungsempfindliche Hörhilfe

Die Erfindung betrifft eine richtungsempfindliche Hörhilfe mit einem Gehäuse.

Die meisten bisher bekannten, am Kopf getragenen Hörhilfen, einschließlich der am Ohr befestigten oder hinter dem Ohr getragenen Hörhilfen sowie der an Brillen befestigten oder im Ohr befestigten Hörhilfen haben ein ungenügendes Richtvermögen.

Die bekannten, in Hörhilfen verwendeten Mikrophone zeigen normalerweise ein nicht richtungsabhängiges Verhalten; Träger solcher Hörhilfen, stellen oft fest, daß ihnen die Hörhilfe keinen ausreichenden Hinweis auf die relative Richtung der Schallwelle vermittelt. Wegen der richtungsunabhängigen Charakteristik der Hörhilfe und Mikrophonkombination, kann ein Benutzer einer solchen Hörhilfe verschiedenen Problemen ausgesetzt sein. Ein Beispiel ist der Fall, in dem mehrere Personen in einer Diskussion vertreten sind und verschiedene von ihnen gleichzeitig sprechen; in diesem Fall wird es für den Träger der Hörhilfe schwer sein, die Quelle jedes speziellen Schalls festzustellen. Im Gegensatz dazu ist eine Person, die eine Hörhilfe mit richtungsempfindlicher Charakteristik trägt, in der vorteilhaften Lage, die Rich-

/2

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 2 -

2337078

tung der Schallquelle feststellen zu können, so daß sie ihren Kopf in diese Richtung drehen kann; vorzugsweise kann diese Person die Quelle des speziellen Schalls herausfinden oder unterscheiden, während ihr ihr Sehsinn bei der Entdeckung der Schallquelle hilft.

Entsprechend wurden bisher bereits verschiedene Anstrengungen gemacht, um eine richtungsempfindliche Hörhilfe zu schaffen. Jedoch sind die bisher bekannten Geräte nicht voll zufriedenstellend. Beispielsweise sind einige der bekannten Geräte gegenüber Lärm und/oder unerwünschter Weise verstärkten Geräuschen hochempfindlich, was für den Träger hinderlich ist. Solche in unerwünschtem Ausmaß verstärkte, das Mikrofon der Hörhilfe erreichenden Geräusche neigen dazu, weiter verstärkt zu werden, und rufen Pfeifgeräusche hervor, die für den Träger sehr ärgerlich sind.

Das Problem, ausreichende Richtungsabhängigkeit zu erhalten, wird in solchen Fällen weiter kompliziert, in denen eine auf beiden Ohren schwerhörige Person nur an einem Ohr eine Hörhilfe trägt, oder, wenn der Taubheitsgrad beider Ohren eines Trägers einer Hörhilfe verschieden ist, d.h., wenn der Benutzer der Hörhilfe auf einem Ohr besser hört als auf dem anderen.

Auch verändert bekanntermaßen der menschliche Kopf normale Schallfelder, so daß beispielsweise eine Person, die eine Hörhilfe trägt, die auf einer Seite des Kopfes angebracht ist, einen von dieser Seite herkommenden Schall lauter und genauer hört als den von der anderen Seite des Kopfes kommenden Schall.

Deshalb ist es, weil die Hörerfordernisse eines jeden Benutzers unterschiedlich sind, in hohem Masse wünschenswert, eine Hörhilfe mit einstellbarer Richtungsempfindlichkeit zu schaffen, die es dem Benutzer ermöglicht, die Richtungsempfindlichkeit entsprechend dem Schall-aufnahme- oder Abstrahlwinkel in optimaler Weise dem eigenen Gebrauch anzupassen.

/3

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 3 -

2337078

Entsprechend ist es eine Hauptaufgabe der Erfindung, eine Hörhilfe zu schaffen, bei der die Richtungsempfindlichkeit zur Veränderung der Richtung der maximalen und minimalen relativen Empfindlichkeit einstellbar ist.

Diese Aufgabe wird mit einer richtungsempfindlichen Hörhilfe mit einem Gehäuse gelöst, die dadurch gekennzeichnet ist, daß das Gehäuse mindestens zwei räumlich getrennte Schallöffnungen aufweist und ein Richtmikrofon mit mindestens zwei räumlich getrennten Schalleingängen enthält, sowie eine Einrichtung zur akustischen Kopplung der Schallöffnungen an die entsprechenden Schalleingänge und eine Einrichtung zum Einstellen der wirksamen akustischen Verzögerung zwischen den Schalleingängen zur Festlegung des Richtvermögens der Hörhilfe.

Die Erfindung ist allgemein bei den verschiedensten Hörhilfen anwendbar, die hinter dem Ohr, im Ohr, an einer Brille oder irgendwie anders am Kopf getragen werden.

Die Erfindung wird im folgenden anhand schematischer Zeichnungen von Ausführungsbeispielen mit vorteilhaften Einzelheiten erläutert. Es stellen dar:

Fig. 1 eine Ansicht auf einen menschlichen Kopf mit daran befestigter Hörhilfe und einer vorderen und rückwärtigen Schallquelle;

Fig. 2a bis 2e verschiedene Ansprech- bzw. Empfindlichkeitsfelder;

Fig. 3 eine an einer Brille befestigte Hörhilfe;

Fig. 4a und 4b zwei Ansichten ähnlich Fig. 1 zur Erklärung des Abgleichs der Ansprechverhaltens;

Fig. 5 eine isometrische Perspektive einer Ausführungsform einer Hörhilfe mit einstellbarem Abstand zwischen den Öffnungen im Hörhilfegehäuse;

309886/0919

/4

ORIGINAL INSPECTED

- 4 -

2337078

Fig. 6 eine Seitenansicht der in Fig. 5 dargestellten Anordnung;

Fig. 7 eine Abänderung der in Fig. 5 dargestellten Anordnung;

Fig. 8 eine Seitenansicht einer zum Teil aufgeschnittenen Hörhilfe, bei der die Richtungsempfindlichkeit mittels eines Flügels oder schwenkbaren Sektors eingestellt wird und die Öffnungen nach außen zeigen;

Fig. 9a und 9b Skizzen zur Erklärung der Wirkungsweise der Ausführung gemäß Fig. 8;

Fig. 10 eine hinter dem Ohr zu tragende Hörhilfe, bei der sich biegsame Rohre von den Mikrophoneingängen nach außen zum Hörhilfegehäuse erstrecken;

Fig. 11 ein Mikrofon, bei dem der Hohlraum zur Veränderung der Richtungsempfindlichkeit des Mikrofons in der Größe verändert wird und

Fig. 12 das in Fig. 11 dargestellte Mikrofon, in einem Hörhilfegehäuse eingebaut.

Vorangestellt sei eine kurze Erklärung einiger theoretischer Grundlagen; die dabei angegebenen Entfernung, Zeiten und Richtungen sind nur als Beispiele aufzufassen.

Die in Fig. 1 an einem Kopf dargestellte Hörhilfe 11 kann unmittelbar am Ohr oder, wie z.B. aus Fig. 3 ersichtlich, an einer Brille befestigt sein. Das Mikrofon 12 der Hörhilfe 11 weist gemäß Fig. 5 zwei räumlich voneinander entfernte bzw. getrennte Schalleingänge 18 und 20 auf. Der Kreisbogen 43 in Fig. 1 stellt in einem Augenblick den Ort eines Informationsbits am Eingang 18 dar, das von einer dem Träger der Hörhilfe angeordneten Schallquelle<sup>Nr. 1</sup> (etwa 0° Einfall) ausgestrahlt wird. Etwa 41,4 Mikrosekunden später passiert das gleiche Informationsbit eine etwa

/5

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 5 -

2337078

14,2 mm weiter von der Schallquelle Nr. 1 entfernte Stelle am Eingang 20, wie durch den gestrichelten Kreisbogen 45 angedeutet. Das Mikrophon 12 erkennt den Unterschied als ein Schallsignal aus der bevorzugten Richtung und erzeugt ein volles Ausgangssignal.

In einem zweiten Fall kommt in einem Augenblick ein Informationsbit von einer Störschallquelle Nr. 2, die in diesem Beispiel in einer rückwärtigen Richtung (etwa 180° Einfall) angeordnet ist, zuerst an dem Eingang 20 an, wie durch den Kreisbogen 47 angedeutet und dann etwa 41,4 Mikrosekunden später am Eingang 18, wie durch den gestrichelten Kreisbogen 49 angedeutet. Das Mikrophon 12 nimmt diesen Zeitunterschied als ein unerwünschtes Signal wahr, und erzeugt ein minimales Ausgangssignal.

Das Mikrophon 12 verwirklicht die beschriebenen Funktionen durch eine eingebaute, etwa 41,4 Mikrosekunden dauernde Zeitverzögerung, um dadurch den Schallwellendruck, der in den Eingang 20 gelangt, etwa 41,4 Mikrosekunden zu verzögern, und eine Subtraktion des in den Eingang 20 gelangenden Schalldruckes von dem in den Eingang 18 gelangenden hervorzurufen.

---

In dem obigen Beispiel, in dem Schall von der Schallwelle Nr. 1 kommt, gelangt der Schalldruck zunächst in den Eingang 18, dann 41,4 Mikrosekunden später in den Eingang 20 und wird dort nochmal um 41,4 Mikrosekunden verzögert, so daß der in den Eingang 20 gelangende Schalldruck gegenüber dem in den Eingang 18 gelangenden, von dem er abgezogen wird, um 82,8 Mikrosekunden verzögert ist. Auf diese Weise sind die voneinander abgezogenen Schalldrucke nicht gleich und heben sich nicht auf; es entsteht ein Ausgangssignal.

In dem beschriebenen Beispiel, in dem Schall von der Quelle 2 herkommt, kommt dieser Schall am Eingang 18 etwa 41,4 Mikrosekunden später an, als er in den Eingang 20 eintritt. Der gleiche Schall wird von dem Mikrophon 12 um 41,4 Mikrosekunden ver-

309886/0919

/6

ORIGINAL INSPECTED

- 6 -

2337078

zögert, so daß identische Drucke voneinander abgezogen werden und sich dadurch aufheben. Um sich voll gegenseitig aufzuheben, sollten die Schalldrucke, die in die beiden Eingänge der Mikrophonkapsel eintreten, gleiche Größe haben. Deshalb sollte die Kopp lung zwischen den Öffnungen 25, 26 im Gehäuse der Hörhilfe 11 (Fig. 5) und den Schalleingängen 18 und 20 der eingeschlossenen Mikrophonkapsel 12 beide inneren Schallwege ähnlich beeinflussen. Dieses geschieht am wirksamsten dann, wenn die Resonanzfrequenz der Kopplungswege deutlich über dem Frequenzbereich liegt, in dem eine Richtungsempfindlichkeit erzielt werden soll.

Für seitliche Winkel von  $0^\circ$  bis  $180^\circ$  Einfall beträgt die Zeitdauer, die nötig ist, um vom Eingang 18 zum Eingang 20 zu gelangen, weniger als 41,4 Mikrosekunden. Dies bewirkt eine weniger vollständige Aufhebung.

In Fig. 2a ist ein Schallansprech- oder Empfindlichkeitsfeld für eine Ausführungsform eines Mikrofons mit einem wirksamen Abstand der Eingänge von 14,2 mm dargestellt, das dem bekannten cardioden polaren Feld entspricht. Maximale Empfindlichkeit herrscht bei  $0^\circ$ , bei  $90^\circ$  ist die Empfindlichkeit die Hälfte der maximalen. (-6dB) und bei  $180^\circ$  ist die Empfindlichkeit 0.

Fig. 2b zeigt polare Empfindlichkeitsfeldcharakteristika, die auf einem Abstand der Eingänge von 27,4 mm beruhen, Fig. 2c zeigt die polaren Empfindlichkeitsfeldcharakteristika für einen Abstand der Eingänge von 7,36 mm. Die letzten beiden Abstände wurden gewählt, um zwischen der  $0^\circ$  und der  $180^\circ$  Empfindlichkeit etwa 10dB Unterschied herzustellen und sind mit der Empfindlichkeit vergleichbar, die bei 14,2 mm Abstand erhalten wird und die cardioide polare Charakteristik der Fig. 2a ergibt.

Eine grundlegende Eigenschaft der Erfindung liegt in der Einstellbarkeit der Richtungsempfindlichkeit einer Mikrophonkombination in einer Hörhilfe, die es dem Benutzer ermöglicht, die empfangenen Schallfelder und die Richtung der minimalen Empfindlichkeit einzustellen.

309886/0919

/7

ORIGINAL INSPECTED

- 7 -

2337078

Eine Ausführungsform der Hörhilfe hat mindestens zwei Eingänge oder Zutrittsöffnungen, durch die der Schall das Mikrophon erreicht; das Mikrophon erkennt die Zeitunterschiede, die eine Schallwelle benötigt, um zwischen diesen beiden Eingängen durchzulaufen. Wie später beschrieben wird, kann die Richtungsempfindlichkeit durch die Verwendung einer Struktur eingestellt werden, die es gestattet, den wirksamen Abstand der Schalleingänge zu verändern. Eine Einstellung der Richtungsempfindlichkeit kann auch durch eine Einstellung der Verbindung zwischen den beiden Schallöffnungen und Schalleingängen erreicht werden. Eine andere Ausführungsform, mit der die Richtungsempfindlichkeit einstellbar ist, enthält eine in zwei Kamern mit einstellbar entfernten Eingritten für den Schall hineinragende Mikrophonkapsel; zur Halterung der Kapsel wird eine nachgiebige Halterung benutzt, die als Teilung der Kammer wirkt.

Die Erfindung schafft eine Hörhilfe in Kombination mit einem Mikrophon, das zwischen aus verschiedenen Richtungen kommenden Schall unterscheidet. Dadurch wird die gesamte Hörseinheit nützlicher und es wird die Annehmbarkeit von Hörhilfseinrichtungen erhöht.

---

Die Verwendung der erfindungsgemäßen Hörhilfe in Kombination mit einem Mikrophon ermöglicht es, aus einer bevorzugten Richtung kommenden Schall aus Echo und dem Widerhall und anderen, aus anderen Richtungen kommenden, sich überlagernden Geräuschen herauszuerkennen. Die Erfindung ermöglicht die erwünschten richtungsabhängigen Kennlinien, minimalisiert Rückkopplungslärm, <sup>und</sup> Brechungen und Verzerrungen, die vom Kopf des Benutzers verursacht werden, unschädlich.

In Fig. 3 ist eine Hörhilfe 11 zum Einbau in eine Brille 15 dargestellt, die eine in einem Teil 17 des Brillenbügels angeordnete Richtmikrophonkapsel 12 aufweist. Die anderen, bekannten Bausteine der Hörhilfe 11 einschließlich des Empfängers 14 können ebenfalls in bekannter Weise in dem Stück 17 des Brillenrah-

309886/0919

/8

ORIGINAL INSPECTED

- 8 -

2337078

mens eingebaut sein. Wie bereits erwähnt, wünscht eine eine Hörhilfe 11 tragende Person normalerweise auf die Quelle des Primär- schalles, an der sie interessiert ist, angedeutet durch den Pfeil 13, hinzusehen (sie visuell zu betrachten). In Übereinstimmung mit der Erfindung schaffen die Hörhilfe 11 und die Mikrophonkapsel 12 eine verbesserte und einstellbare Richtungsempfindlichkeit, um dem Benutzer die Unterscheidung der gewünschten Schallwalle zu ermöglichen.

Wenn die Mikrophonkapsel 12 derart angeordnet ist, daß die Schallwelle freien Zugang zu ihren Schalleingängen hat, z.B. dadurch, daß die Kapsel in einem akustisch durchlässigen Gehäuse angeordnet ist oder die Hörhilfestruktur so angeordnet ist, daß die Schalleingänge zum Äußeren der Struktur zeigen, wird die Mikrophonkapsel 12 die richtungsabhängige Charakteristik zeigen, die in der Kapsel eingebaut sind.

Es hat sich herausgestellt, daß die richtungsabhängige Charakteristik der Hörhilfe durch die Anordnung der Mikrophonkapsel 12 in einer kleinen Aussparung oder Kammer 21 mit einer Einrichtung zur Änderung der Phase der Schallwelle, die auf die Schalleingänge 18 und 20 wirkt, einstellbar kontrolliert und verändert werden kann (vgl. Fig. 5 und 6).

Die Aussparung oder die Kammer 21 kann in herkömmlicher Weise in einem Teil 17 eines Brillenrahmens oder in einer hinter dem Ohr zu tragenden Hörhilfe, vgl. Fig. 7 und 10, ausgebildet sein. Die Kammer 21 ist nach allen Seiten abgeschlossen; eine Seite enthält als Verschlußteil ein verschiebbares Element, mit einem Durchlaß, wie im folgenden klarwerden wird. Die Mikrophonkapsel 12 ist zwischen geeigneten isolierenden Haltekissen 25 eingebaut, die die Mikrophonkapsel nicht nur in ihrer Lage halten, sondern auch die Aussparung 21 in zwei getrennte Schallhohlräume 27 und 29 für die zu erklärenden Zwecke teilen.

/9

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 9 -

2337078

Die Mikrophonkapsel 12 ist elektrisch durch die Leitungen 31 in bekannter Weise über einen Verstärker an den Empfänger 14 und andere bekannte Bauteile der Hörhilfe 11 angeschlossen (ähnlich wie in Fig. 10 dargestellt).

Über dem Hohlraum 27 ist eine stationäre, an dem Teil 17 des Brillenrahmens geeignet befestigte Abdeckplatte 23 angeordnet; Über dem Hohlraum 29 ist eine gleitend bewegliche Abdeckplatte 28 befestigt. Die Platte 23 weist eine Öffnung auf, die eine erste oder vordere Schallöffnung 24 für den Eintritt des Schalls bildet, die Platte 28 weist eine Öffnung auf, die eine zweite oder rückwärtige Schallöffnung 26 bildet. Die Platte 28 ist relativ zur Platte 23 beweglich; der Zweck dieser Beweglichkeit ist die Kontrolle und die steuerbare Veränderung des Abstandes zwischen den Schallöffnungen 24 und 26. Relativ zur Einfallslinie von 0° ist die Schallöffnung 26 in rückwärtiger Richtung der Schallöffnung 24 angeordnet.

Die Kissen 25 befestigen die Mikrophonkapsel 12 derart, daß jeder Durchlaß zwischen den beiden Hohlräumen 27 und 29 abgedichtet ist. Der vordere Eingang 18 der Mikrophonkapsel öffnet sich in oder kuppelt akustisch den vorderen Hohlraum 27, der rückwärtige Eingang 20 der Mikrophonkapsel öffnet sich in oder kuppelt akustisch den rückwärtigen Hohlraum 29. Die Schallöffnung 24 öffnet sich/oder kuppelt akustisch den vorderen Hohlraum 27 und die Schallöffnung 26 öffnet sich in oder kuppelt akustisch den rückwärtigen Hohlraum 29.

In der beschriebenen Ausführungsform bzw. unter den beschriebenen Bedingungen bestimmt der Abstand und die Anordnung der Schallöffnungen 24 und 26, verbunden mit den entsprechenden Hohlräumen 27 und 29 die wirksame Trennung der Eingänge 18 und 20, die nicht durch die physikalische Trennung der Eingänge 18 und 20 der Mikrophonkapsel selbst gegeben ist. Die Schallöffnungen 24 und 26 können einzelne große Ausschnitte in dem Stück 17 des Brillenrahmens sein, der einen Teil des Hörhilfegerätes bildet

309886/0919

/10

ORIGINAL INSPECTED

- 10 -

2337078

oder eine Vielzahl von kleinen Löchern oder Schlitzen in dem Gehäuse der Hörhilfe; sie können sogar nicht zu lange Röhrchen aufweisen, die den Hohlräum mit dem Äußeren des Gehäuses der Hörhilfe verbinden, wie später unter Bezugnahme auf Fig. 10 beschrieben wird.

Aus Gründen der Klarheit der Darstellung sind die Schallöffnungen 24 und 26 in Fig. 5 und 6 und verschiedenen anderen Figuren als nach oben zeigend dargestellt. Jedoch können die Schallöffnungen 24 und 26 tatsächlich nach unten zeigen, um eine Menge an Schweiß und Schmutz, die durch die Schallöffnungen 24 und 26 in die Aussparung 21 eintreten kann, möglichst gering zu halten, und um jeglichen Schweiß oder Schmutz, der in die Aussparung 21 gelangt, abzu führen. Auch ist es aus kosmetischen Gründen besser, wenn die Schallöffnungen 24 und 26 in geeigneter Weise nach unten zeigen.

Die Mikrophoneingänge 18 und 20 sind genügend groß, damit sie nur minimale Impedanz haben und keine Resonanzen oder Phasenverschiebungen bewirken, die die Richtcharakteristik der Hörhilfe stören würden. Es können jedoch Eingänge mit hoher Impedanz benutzt werden, wenn die Kombination aus vorderem Hohlräum/vorderem Eingang und hinterem Hohlräum/hinterem Eingang gleich sind, so daß an beiden Stellen die gleichen Amplitudenveränderungen verursacht werden.

Wie bereits erwähnt, wird die Richtungsempfindlichkeit des Mikrofons 12 in der Hörhilfe 11 durch den Abstand der Schallöffnungen 24 und 26 bestimmt, die den wirksamen Abstand der Eingänge bestimmen. Im allgemeinen wird für einen vorgewählten Eingangsabstand ein cardioïdes polares Ansprechfeld, wie es in Fig. 2 dargestellt ist, erhalten. Wenn der wirksame Abstand der Eingänge von einem vorbestimmten Abstand aus vergrößert wird, wird man ein Verhalten wie in dem Polarfeld in Fig. 2b dargestellt, erhalten. Auf der anderen Seite wird sich, wenn der wirksame Eingangsabstand von einem vorbestimmten Abstand, der zu cardio-ideem An-

/11

309886/0919

- 11 -

2337078

sprechverhalten führt, aus verringert wird und gegen Null geht, die Empfindlichkeit verringern; das Ansprechverhalten bei  $180^\circ$  wird nicht länger gleich Null sein und das Mikrofon wird sehr schwach richtungsabhängig, wie in Fig. 2c dargestellt.

Auch hat sich herausgestellt, daß in unerwünschter Weise verstärkte Geräusche, wie beispielsweise Geräusche, die aus der akustischen Verbindung zum Ohr einschließlich der Ohreinlage 16 (sh. Fig. 3) herauskommen oder aus den Verbindungen des Schallrohres 18, das die Ohreinlage mit der Hörhilfe verbindet, als eine akustische Rückkopplung angekoppelt werden und von der Mikrofonkapsel 12 rückverstärkt werden, wodurch ein Pfeifen oder andere quietschende Geräusche verursacht werden. Solche unerwünschten Geräusche scheinen von etwa der Richtung zu kommen, die durch die gepfeilte Linie 33 in Fig. 3 angedeutet ist.

Durch eine Einstellung der Richtungsabhängigkeit der Hörhilfe-Mikrofon-Kombination kann ein minimales Ansprechen für Schall erreicht werden, der aus etwa der Richtung kommt, die durch die gepfeilte Linie 33 angedeutet ist, um die pfeifenden oder quietschenden Geräusche zu minimalisieren oder auszuschalten.

Die bereits erwähnte Verzerrung oder der durch den menschlichen Körper verursachte Abschattungseffekt des normalen Schallfeldes, das auf eine am Kopf befestigte Hörhilfe wirkt, ist in Fig. 4 dargestellt. Wenn beispielsweise das Mikrofon 12X in der in den Fig. 4a und 4b dargestellten Anordnung angebracht ist, wird es eine minimale Empfindlichkeit für Schall haben, der aus ungefähr der durch den Pfeil 22 dargestellten Richtung kommt. Auf diese Weise wirkt eine Einstellung der Richtungsempfindlichkeit der Hörhilfe 11 in Kombination mit der Mikrofonkapsel 12 auf ein minimales Ansprechen auf aus der Richtung des Pfeils 33 kommenden Schall in der Tendenz so, daß das minimale Ansprechen auf Schall, der durch die Beugung am Kopf des Benutzers verursacht wird, ausgeglichen wird.

/12

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 12 -

2337078

Daraus folgt, daß, weil der Kopf das richtungsabhängige Ansprechfeld verändert, die genaue Anordnung der Hörhilfe am Kopf des Trägers auch das richtungsabhängige Ansprechfeld beeinflußt. Beispielsweise könnte eine Hörhilfe im Haar oben auf dem Kopf und vorzugsweise nahe der Stirn angeordnet werden, um ein symmetrischeres richtungsabhängiges Feld zu bewirken als eine hinter dem Ohr angebrachte Hörhilfe. Bei der gegenwärtigen Verwendung jedoch ist es gebräuchlicher, Hörhilfen hinter dem Ohr, im Ohr oder an der Brille befestigt zu benutzen. In jedem Fall ermöglicht es die Hörhilfe dem Benutzer oder dem Händler/Kliniker die Richtungsempfindlichkeit jede der erwähnten Typen von am Kopf befestigten Hörhilfen einschließlich der im Haar getragenen so einzustellen, daß das vom jeweiligen Benutzer gewünschte Richtungsfeld erreicht wird.

Wie bereits erwähnt, wird eine solche Einstellung die Rückkopplung minimalisieren, um das Rauschen zu minimalisieren und eine höhere akustische Verstärkung zu ermöglichen, ein Faktor, der besonders kritisch bei entlüfteten Ohrformen oder offenen Ohr-einsätzen ist. Zusätzlich bestimmt diese Einstellung die Richtung des Empfangsminimums oder der -minima, um den Empfang unerwünschten Schalls aus einer Richtung, die der spezielle Benutzer als besonders hinderlich empfindet, zu minimalisieren.

Des weiteren erlaubt eine solche Einstellung, daß mit einer einzelnen Hörhilfe die Richtungen eingestellt werden können, in denen auf ein Schallfeld nicht angesprochen wird, so daß das am meisten symmetrisierte Feld um die mittlere Ebene der Hörhilfe erreicht wird. Fig. 2a stellt das cardioide Ansprechfeld einer richtungsempfindlichen Hörhilfe selbst dar, während Fig. 2d das normale Ansprechen einer solchen Hörhilfe zeigt, wenn sie am Kopf des Benutzers angeordnet ist. Zu beachten ist, daß das Ansprechfeld etwa um  $45^\circ$  gedreht ist und die Null bzw. das Minimum nicht scharf ist.

In Fig. 2c treten bei einer am Kopf getragene Hörhilfe zwei deutliche Minima im Bereich von etwa  $125^\circ$  bis  $145^\circ$  und  $215^\circ$  bis  $235^\circ$  auf. Beim Anbringen am Kopf, der ein Beugungsfeld, wie

309886/0919

/15

ORIGINAL INSPECTED

- 13 -

2337078

in Fig. 2d dargestellt, hat, kombiniert die Hörhilfe und erzeugt das in Fig. 2e dargestellte Empfindlichkeitsfeld. Auf diese Weise entstehen eine Vielzahl von Veränderungen in den Ansprechfeldern. Die Erfindung jedoch hat das Merkmal, daß, welche Änderungen der Schallfelder auch immer auftreten, der Benutzer oder Händler/Kliniker empirisch die Richtungsempfindlichkeit der Hörhilfe in Kombination mit dem Mikrofon einstellen kann, um das für ihn erforderliche optimale Ansprechverhalten zu erreichen.

Während cardiodes Ansprechverhalten um die Null-Grad-Achse herum dann wünschenswert ist, wenn der Benutzer minimales Ansprechen von einer Richtung her wünscht, können Veränderungen davon durch geeignete Positionierung der Schallöffnungen und -eingänge und ihrer Orientierung erreicht werden.

In Fig. 7 ist eine zweite Ausführungsform der Erfindung dargestellt, die einen Teil einer hinter dem Ohr getragenen Hörhilfe zeigt. Generell ist die in Fig. 7 dargestellte Ausführungsform ähnlich der der Fig. 5 und 6. In Fig. 7 ist die Mikrofonkapsel mittels Befestigungskissen 25 in einer Aussparung 21 angebracht. Die Abdeckplatte 23a für die Aussparung 21 erstreckt sich über die volle Länge der Aussparung und weist eine Reihe von räumlich voneinander getrennten Löchern oder Öffnungen auf, die als Schallöffnungen wirken und allgemein mit 30 bezeichnet sind. Wahlweise sind in den Löchern 30 Stifte oder Schrauben oder andere geeignete Hindernisse 32 angeordnet, so daß nur vorgewählte Löcher 30 offenbleiben, wodurch eine einstellbare Veränderung der Abstände oder der Zwischenräume zwischen den Schalleintrittsöffnungen oder Einlässen in die entsprechenden Hohlräume 27 und 29 und dann zu der Mikrofonkapsel 12 und den Schalleingängen 18 und 20 erreicht wird.

Fig. 8 stellt eine andere Ausführungsform der Erfindung dar, die Mittel zur Einstellung der Phase der Schallwelle, die an den Bereichen der Mikrofonkapsel 12 mit den Schallöffnungen 18 und 20 auftrifft, vgl. auch Fig. 9a und 9b. Die Mikrofonkapsel 12

/14

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 14 -

2337078

ist auf einem geeigneten Haltekissen 25a in einer Aussparung 21 befestigt. Das Kissen 25a ist als untere und seitliche Unterstützung der Kapsel 12 angeordnet; entlang der Länge der Kapsel bleibt ein Durchtrittsweg 41 für die akustische Verbindung des linken und rechten Abschnitts 21A und 21B der Aussparung 21 offen.

Unter Hinzuziehung der Fig. 9a und 9b wird die Wirkungsweise der in Fig. 8 dargestellten Anordnung im folgenden kurz erläutert. Wenn der Flügel 43 voll offen ist, wie in Fig. 9a dargestellt, wird die Phase der an der Mikrophonkapsel 12 ankommenden Schallwelle, wie durch die Richtung des Pfeils 13 angedeutet, durch eine Entfernung D1, wie in Fig. 9a dargestellt, beschrieben. Wenn der Flügel 43 geschlossen ist, wird die wirksame Phase der ankommenden Schallwelle durch die Entfernung D2 in Fig. 9b dargestellt. Zwischeneinstellungen des Flügels bewirken dazwischenliegende Phasenverschiebungen und dazwischenliegende richtungsabhängige Charakteristiken der Hörhilfe-Mikrophon-Kombination.

Etwas genauer bewirkt eine Veränderung der Stellung des Flügels 43 in Fig. 8 eine Veränderung in der richtungsabhängigen Empfindlichkeit, ähnlich wie es eine Veränderung des relativen Abstands zwischen den Schallöffnungen 24 und 26 aus den Fig. 5 und 6 bewirkt. Wiederum auf die Polarfelder in Fig. 2 bezugnehmend, bezeichnet die Fig. 2c beispielsweise die Bedingung, bei der der Flügel 43 in der in Fig. 9a dargestellten offenen Stellung ist; das bedeutet, daß die Mikrophonkapsel 12 das nur leicht richtungsabhängige Empfindlichkeitsfeld besitzt. Wenn der Flügel 43 von der offenen Stellung in die in Fig. 9b dargestellte geschlossene Stellung bewegt wird, verändert sich die richtungsabhängige Empfindlichkeit allmählich in das in Fig. 2b dargestellte Feld.

Wieder auf die Fig. 5 und 6 sowie die Fig. 4 bezugnehmend: Wie bereits erwähnt, kann die Hörhilfe 11 in Kombination mit der Mikrophonkapsel 12 so eingestellt werden, daß sie unempfindlich für oder eine minimale Empfindlichkeit für Schall hat, der aus

/15

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 15 -

2337078

irgendeiner erwünschten Richtung kommt. Auf diese Weise kann eine minimale Empfindlichkeit für einen aus der Richtung des Pfeils 23 in Fig. 4 kommenden Schall erreicht werden, indem der wirksame Eingangsabstand (und die Flügelstellung in Fig. 8) selektiv eingestellt wird. Ein Vorteil dieser Einstellung ist, wie bereits erwähnt, daß unerwünschte Geräusche, die das erwähnte Pfeifen verursachen, wirksam ausgeschaltet werden können, und die Hörhilfe insgesamt mit einer größeren Verstärkung zum Empfang der erwünschten Geräusche betrieben werden kann. Ein zusätzlicher Vorteil liegt darin, daß das Ansprechfeld oder Empfindlichkeitsfeld so abgeglichen werden kann, daß die minimale Empfindlichkeit oder das minimale Ansprechen auf einen Schall der aus der durch den Pfeil 23 bezeichneten Richtung kommt, im wesentlichen mit der verringerten Empfindlichkeit der dem verringerten Ansprechverhalten gegenüber Schall, der aus der durch den Pfeil 21 bezeichneten Richtung (wegen der erwähnten, vom Kopf des Benutzers verursachten Beugung herrührt) abgeglichen werden kann, während die maximale Empfindlichkeit des von der vorderen oder Null-Grad-Einfallsrichtung kommenden Schalls aufrechterhalten werden kann.

Die in Fig. 10 dargestellte Ausführungsform weist eine der Mikrofonkapsel 12 in Fig. 5 ähnliche Mikrofonkapsel 12a auf, die in einer Kammer 51 einer hinter dem Ohr zu tragenden Hörhilfe 11 angeordnet ist. Die Fig. 10 zeigt - als kleine Kästchen - auch die gebräuchlichsten Bausteine einer Hörhilfe einschließlich dem Verstärker, Empfänger und der Batterie, die in der bekannten Art geeignet miteinander verbunden sind. Die Hörhilfe 11 weist die erste oder vordere Schallöffnung 53 auf, die durch eine biegsame, dehbare Röhre 54 direkt mit dem Eingang 18a des Mikrofons 12a in Verbindung steht. Ein flexibles Rohr 59 koppelt den rückwärtigen Schalleingang 20a an. Das freie Ende des Rohrs 59 bildet eine zweite oder rückwärtige Öffnung 57, die nach oben zeigt und etwa 90° relativ zur Öffnung 53 verdreht ist.

Zum Schutz der Öffnungen 57 und des sich auswärts erstreckenden Rohrs 59 ist eine akustisch durchlässige Abdeckung 64 ange-

/16

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 16 -

2337078

bracht, um den Windlärz zu minimalisieren und das kosmétische Aussehen der Hörhilfe zu verbessern.

Die vordere Schallöffnung 53 ist derart angeordnet, daß bei einer Befestigung der Hörhilfe am Kopf des Benutzers die Null-Grad-Einfallsrichtung 13 sich im wesentlichen geradeaus genau vor den Benutzer erstreckt. Das Rohr 59 ist auch einstellbar drehbar um die rückwärtige Öffnung 57, um eine mechanische Einstellung der Entfernung zwischen den Öffnungen 53 und 57 vorzusehen.

Die in Fig. 11 dargestellte Ausführungsform der Erfindung weist eine Mikrofonkapsel 12b auf, die ähnlich wie in den Fig. 5, 6 und 7 dargestellt, eingebaut ist. In dieser Ausführungsform geschieht die Einstellung der Richtungsempfindlichkeit des Hörhilfemikrophons in Kombination mit dem Gehäuse durch eine Einrichtung zur einstellbaren Phasenverschiebung in der Mikrofonkapsel selbst.

Der vordere Eingang 18 der Mikrofonkapsel 12B ist ähnlich dem Eingang 18 in Fig. 5 und 6. Die Richtungsabhängigkeit der Hörhilfskombination aus Gehäuse und Mikrofonkapsel wird durch einen einstellbaren Kolben oder eine Platte 63 bewirkt, die mittels eines elastischen Balges 68 auf dem inneren des Mikrofonkapselgehäuses 62 angebracht ist. Eine Einstellschraube 70 ragt durch das Kapselgehäuse hindurch und kann die Platte 63 in den Mikrofonhohlraum 60 bewegen, wobei die Größe des Hohlraums verändert wird. Die Einstellung des akustischen Volumens des Hohlraums steuert die Phasenverschiebung oder die Verzögerung und stellt auf diese Weise die Richtungsabhängigkeit der Hörhilfemikrophonkombination ein.

Der barometrische Druck beeinflußt die Phasenverschiebung, die durch eine akustische Impedanz und einen Hohlraum bewirkt wird. Entsprechend zeigt Fig. 11 eine Hörhilfemikrophonkombination, die im wesentlichen vom barometrischen Druck dadurch unabhängig ist, daß sie druckempfindliche Balge 64 und 65 aufweist,

/17

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

- 17 -

die eine Platte 67 befestigen, die die Fläche und die Größe der Öffnung des rückwärtigen Schalleingangs 20B verändert. Wenn der barometrische Druck steigt, ziehen sich die Bälge zusammen und versuchen die Öffnung 20B zu verkleinern, wodurch eine höhere akustische Impedanz bewirkt wird. Umgekehrt <sup>dehnen</sup> sich die Bälge bei einem Abfall des barometrischen Druckes aus, wodurch der wirksame Eingang 20B vergrößert wird und die akustische Impedanz vermindert wird.

Ansprüche:

6724

309886/0919

2337078

DR. ING. F. WÜSTHOFF  
DR. K. PEGHMAN

DR. ING. D. BEURENS

DIPL. ING. R. GOETZ  
PATENTANWÄLTE

48

S MÜNCHEN 10  
SOMMERMÜHLESTRASSE 2  
TELEFON (0811) 66 26 51  
TELEZ 5 64 270  
TELEGRAMMNR.:  
PROTEGOFAX 7 MÜNCHEN

1A-42 825

Ansprüche

1. Richtungsempfindliche Hörhilfe mit einem Gehäuse, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse mindestens zwei räumlich getrennte Schallöffnungen (24, 26) aufweist und ein Richtmikrophon (12) mit mindestens zwei räumlich getrennten Schalleingängen (18, 20) enthält, sowie eine Einrichtung zur akustischen Kopplung der Schallöffnungen (24, 26) an die entsprechenden Schalleingänge (18, 20) und eine Einrichtung zum Einstellen der wirksamen akustischen Verzögerung zwischen den Schalleingängen (18, 20) zur Festlegung des Richtvermögens der Hörhilfe.
2. Hörhilfe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß von den räumlich voneinander entfernten Schallöffnungen (24, 26) und den Schalleingängen (18, 20) der eine vorne und der andere hinten in bezug auf den Benutzer der Hörhilfe angeordnet ist.
3. Hörhilfe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse eine akustische Kammer (21) einschließt, die durch eine Vorrichtung zum Befestigen des Mikrofons (12) in einen vorderen Hohlraum (27) und einen rückwärtigen Hohlraum (29) unterteilt ist, von denen der vordere mit der vorderen Schallöffnung (24) und dem vorderen Schalleingang (18) in Verbindung steht, und der rückwärtige mit der rückwärtigen Schallöffnung (26) und dem rückwärtigen Schalleingang (20) in Verbindung steht.

- 2 -

309996/0919

ORIGINAL INSPECTED

2337078

- 2 -

15

4. Hörhilfe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung zum Verändern des Abstandes zwischen den Schallöffnungen (24, 26) vorgesehen ist.

5. Hörhilfe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrophon (12) in einer Kammer (21) so befestigt ist, daß ein vorderer Hohlraumbereich (21A), ein rückwärtiger Hohlraumbereich (21B) und ein die beiden Hohlraumbereiche verbindender Durchtrittsweg (41) gebildet ist und das eine Vorrichtung (43) zum wahlfreien Verkleinern des Durchtrittswegs (41) vorgesehen ist.

6. Hörhilfe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zum wahlfreien Verkleinern des Durchtrittsweges (41) ein im Durchtrittsweg (41) angeordneter Flügel (43) ist, der von einer offenen Stellung in eine geschlossene Stellung drehbar ist.

7. Hörhilfe nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch eine an dem Flügel (43) befestigte und sich nach außerhalb des Gehäuses der Hörhilfe erstreckende Handhabe (47) zur manuellen Bestimmung der Stellung des Flügels (43).

8. Hörhilfe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrophon (12B) einen Mikrophonhohlraum 60 aufweist und der rückwärtige Schalleingang (20B) eine akustische Phasenverschiebung bewirkt und eine Vorrichtung zur Einstellung dieser Phasenverschiebung vorhanden ist.

9. Hörhilfe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Mikrophon eine Vielzahl von Schalleingängen und eine Vorrichtung zum wahlfreien Verschluß der Schalleingänge zur Festlegung der Richtungsabhängigkeit der Hörhilfe aufweist.

- 3 -

309886/0919

ORIGINAL INSPECTED

2337078

- 2 -  
20

10. Hörhilfe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vorrichtung (63, 68, 70) zur Veränderung des Volumens des Mikrophonhohlraums (60) zur Veränderung der Richtungsabhängigkeit der Hörhilfe vorhanden ist.

11. Hörhilfe nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung zur einstellbaren Veränderung der akustischen Phasenverschiebung Mittel zur Veränderung der Größe der Schalleingang (20B) in umgekehrt proportionaler Abhängigkeit vom barometrischen Druck aufweist.

12. Hörhilfe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Platte (67) und Bälge (64, 65) zur Anordnung der Platte (67) über dem rückwärtigen Schalleingang (20B) aufweist und die Bälge (64, 65) empfindlich gegenüber dem barometrischen Druck sind, um dadurch die Lage der Platte (67) relativ zum rückwärtigen Schalleingang (20B) für eine Veränderung der akustischen Impedanz des rückwärtigen Schalleingangs (20B) zu verändern.

13. Hörhilfe nach Anspruch 10 und 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine Platte (63) in dem Hohlraum (60) angeordnet ist, die mit einem beweglichen Teil (68) verbunden ist, das elasitisch dehnbar an der Hohlraumwand befestigt ist und entsprechend einer Bewegung der Platte (63) im Hohlraum (60) dehnbar ist, daß das bewegliche Glied manuell einstellbar ist, um die Lage der Platte (63) im Hohlraum (60) und dadurch die wirksame Größe des Hohlraums (60) zu verändern, wodurch die Richtungsempfindlichkeit der Hörhilfe verändert wird.

14. Hörhilfe nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine innere akustische Kammer (51) und ein erstes Rohr (54) zur Verbindung einer der beiden Öffnungen mit einem der beiden Eingänge und ein zweites Rohr (57) zur Verbindung der anderen der Öffnungen mit dem anderen der Eingänge.

- 4 -

303886/0919

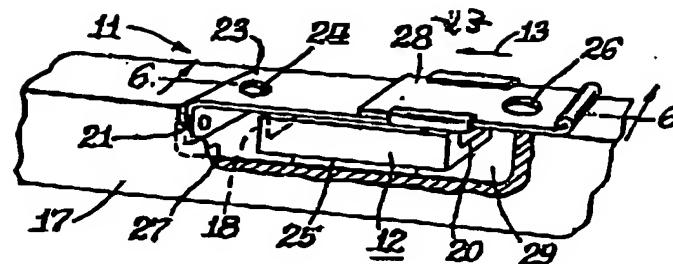
ORIGINAL INSPECTED

2337078

15. Hörhilfe nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Öffnung (53) nach vorne gerichtet ist und die zweite Öffnung (59) nach oben gerichtet ist und daß eine Vorrichtung zur Einstellung der Lage des zweiten Rohrs (57) zur einstellbaren Veränderung der Entfernung zwischen den beiden Öffnungen (53), 59) vorhanden ist.

16. Hörhilfe nach Anspruch 3 oder 4, gekennzeichnet durch eine Reihe von in Längsrichtung voneinander entfernten Schallöffnungen (30) und eine Vorrichtung (32) zum wahlfreien Verschluß der Schallöffnungen (30) zur Veränderung der Richtungsabhängigkeit der Hörhilfe.

309886/0919



2337078

Fig. 5.

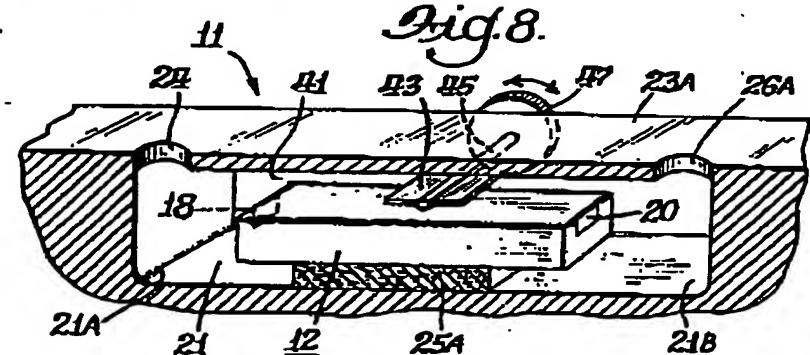
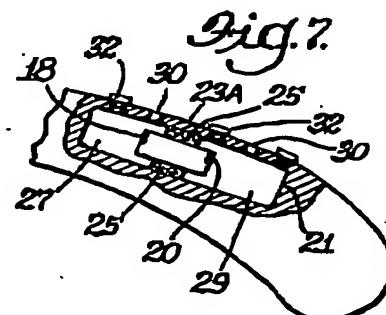
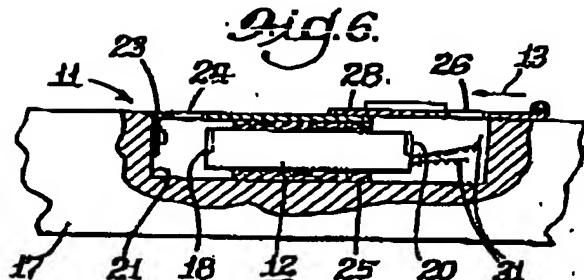


Fig. 10.

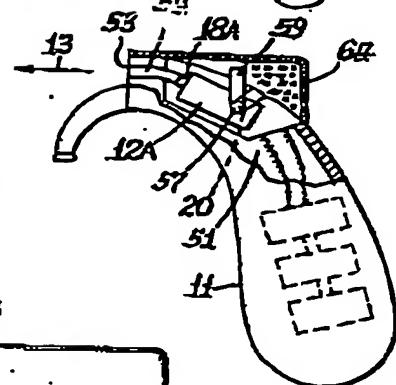
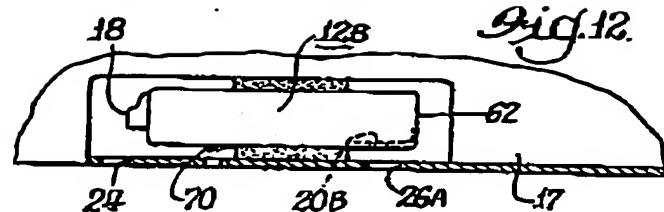
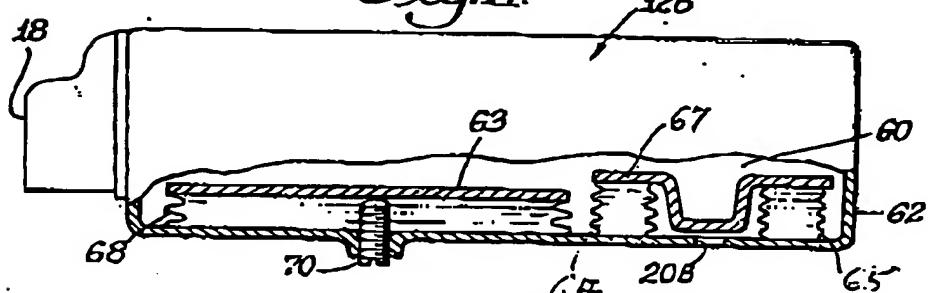


Fig. 11.



309886/0919

11-2 17-03 4P: 21.37.1373 CT: 97.02.1374

- 22.

2337078

Fig.1.

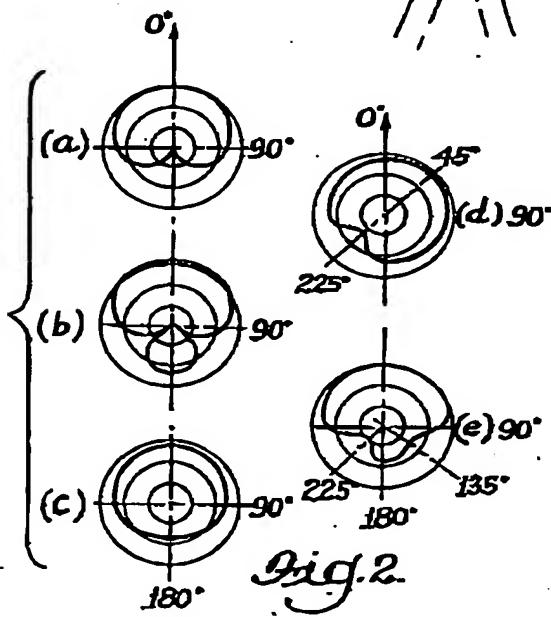
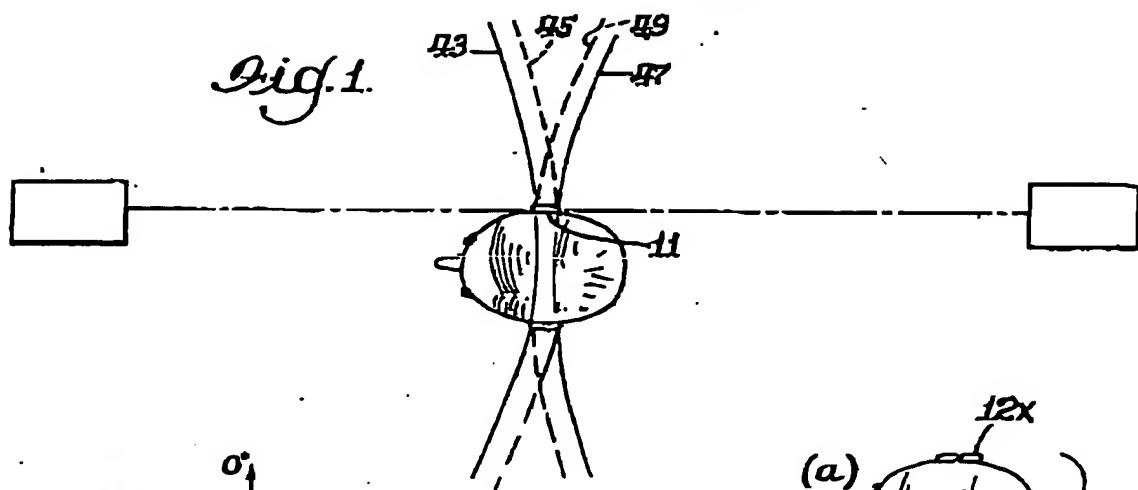


Fig.2.

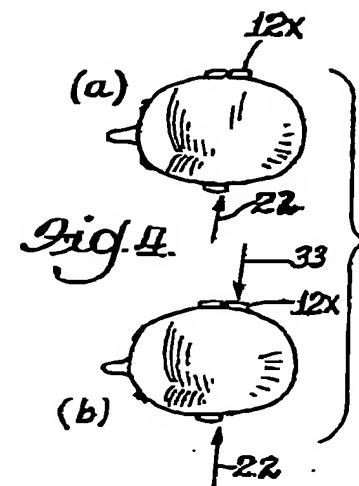


Fig.4.

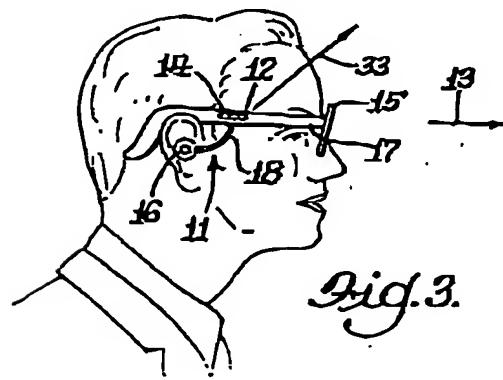


Fig.3.

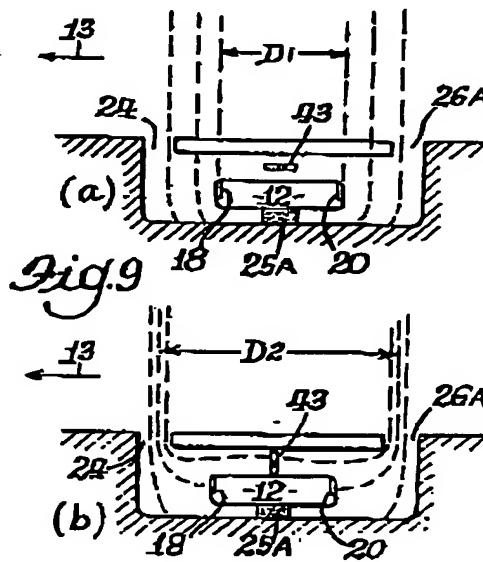


Fig.9

309886/0919